

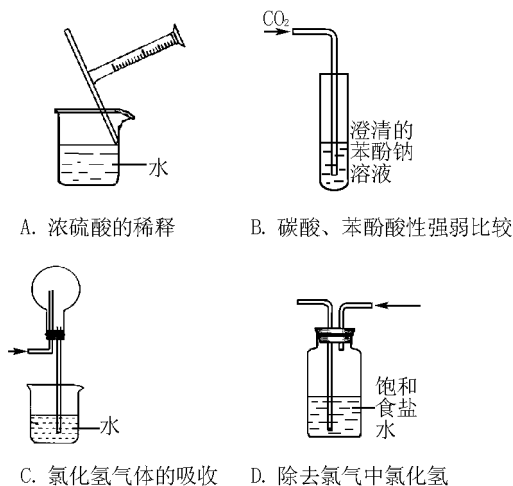
化学实验高考题型分类解析

北京 (100085) 陈铁强

化学实验习题是一种必须用实验方法解答的习题. 高考化学实验题的类型主要有以下几种: 实验基本操作、物质检验(其中包括①不限试剂②限用一种试剂③不许另选试剂)、物质制备、混合物的分离和提纯、物质某种性质或某个理论的验证、实验设计、探究实验等.

一、考查实验基本操作能力

例1 正确的实验操作是实验成功的重要因素, 下列实验操作错误的是().



答案: D

解析 A 操作正确; B 操作使澄清的苯酚钠溶液变浑浊, 可证明碳酸的酸性比苯酚强, 正确; C 装置是喷泉实验, 可用来吸收氯化氢气体, 正确; D 项错误, 用该装置洗气时, 应长管进, 短管出.

例2 下列有关实验操作的叙述正确的是().

- A. 实验室常用图1所示的装置制取少量的乙酸乙酯
- B. 用50mL 酸式滴定管可准确量取25.00mL 溶液
- C. 用量筒量取5.00 mL $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸于50 mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度, 可配制 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸

D. 用苯萃取溴水中的溴, 分液时有机层从分液漏斗的下端放出

答案: B

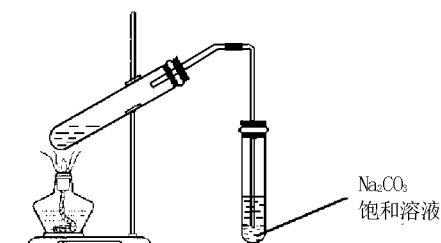


图1

解析 A 项错, 图中导管不能插入 Na_2CO_3 溶液中; B 项正确; C 项错, 量筒读数只能精确到小数点后一位; D 项错, 苯的密度小于水, 有机层应在上层, 分液时应从分液漏斗的上口倒出.

例3 下列实验操作正确的是().

- A. 可用氨水除去试管内壁上的银镜
- B. 硅酸钠溶液应保存在带玻璃塞的试剂瓶中
- C. 将三氯化铁溶液蒸干, 可制得无水三氯化铁
- D. 锌与稀硫酸反应时, 要加大反应速率可滴加少量硫酸铜

答案: D

解析 银不溶于氨水, 不能用氨水除去试管内壁上的银镜, 银镜应用稀硝酸除去; 硅酸钠有粘性不能用玻璃塞的瓶装; 蒸干三氯化铁溶液时 FeCl_3 水解, 得不到 FeCl_3 晶体, A、B、C 均错误, D 正确.

二、考查对试验现象、预测与结论的判断

例4 下列根据实验操作和现象所得出的结论正确的是().

选项	实验操作	实验现象	结论
A	向两份蛋白质溶液中分别滴加饱和 NaCl 溶液和 CuSO_4 溶液	均有固体析出	蛋白质均发生变性
B	向溶液 X 中先滴加稀硝酸, 再滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液	出现白色沉淀	溶液 X 中一定含有 SO_4^{2-}
C	向一定浓度的 Na_2SiO_3 溶液中通入适量 CO_2 气体	出现白色沉淀	H_2SiO_3 的酸性比 H_2CO_3 的酸性强
D	向浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 和 NaI 混合溶液中滴加少量 AgNO_3 溶液	出现黄色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$

答案: D

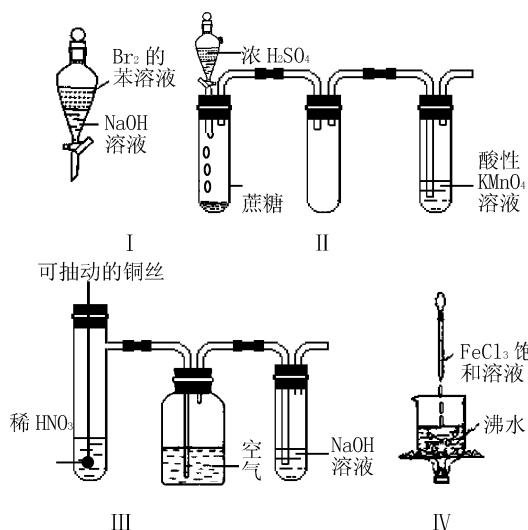
解析 A 项错, 蛋白质中加入 NaCl 发生盐析, 加入 CuSO_4 发生变性;

B 项错, 若原 X 中含有 SO_3^{2-} , 加入稀 HNO_3 , 则会被氧化成 SO_4^{2-} , 而与 Ba^{2+} 生成沉淀;

C 项错, 反应方程式为: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$, 该反应发生的原理为强酸制弱酸, 即酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{SiO}_3$;

D 项正确, 反应总是向着更难溶的方向进行, 由于 AgI 的溶度积比 AgCl 小, 所以优先生成 AgI .

例 5 下列试验现象预测正确的是().



A. 实验 I: 振荡后静置, 上层溶液颜色保持不变

B. 实验 II: 酸性 KMnO_4 溶液中出现气泡, 且颜色逐渐褪去

C. 实验 III: 微热稀 HNO_3 片刻, 溶液中有气泡产生, 广口瓶内始终保持无色

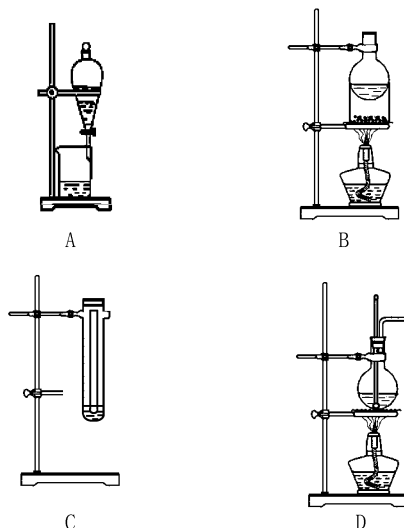
D. 实验 IV: 继续煮沸溶液至红褐色, 停止加热, 当光束通过体系时可产生丁达尔效应

答案: B、D

解析 A 项错, Br_2 与 NaOH 溶液反应, 上层溶液颜色变为无色. B 项正确, 产生的 SO_2 与酸性 KMnO_4 溶液发生氧化还原反应. C 项错, NO 与空气反应生成红棕色 NO_2 . D 项正确, 制取氢氧化铁胶体要在沸水中加入饱和的氯化铁溶液, 继续煮沸溶液至红褐色, 停止加热, 即可.

三、考查物质的制取、检验、分离和提纯

例 6 下列实验装置不适用于物质分离的是().



答案: D

解析 A 装置可用于分液; B 装置可用来分离易升华物质与不易升华物质; C 装置是层析, 可用来分离物质; D 装置是反应装置, 不能用来分离物质.

例 7 氢化钙固体是登山运动员常用的能源提供剂. 某兴趣小组拟选用如图 2 所示装置制备氢化钙.

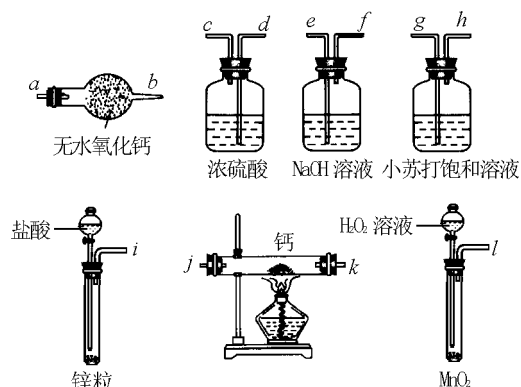


图 2

请回答下列问题:

(1) 请选择必要的装置, 按气流方向连接顺序为____(填仪器接口的字母编号)

(2) 根据完整的实验装置进行实验, 实验步骤如下: 检查装置气密性后, 装入药品; 打开分液漏斗活塞____(请按正确的顺序填入下列步骤的标号).

- 加热反应一段时间
- 收集气体并检验其纯度
- 关闭分液漏斗活塞
- 停止加热, 充分冷却

(3) 实验结束后, 某同学取少量产物, 小心加入

水中,观察到有气泡冒出,溶液中加入酚酞后显红色,该同学据此判断,上述实验确有 CaH_2 生成。

①写出与水反应的化学方程式_____。

②该同学的判断不正确,原因是_____。

(4) 请你设计一个实验,用化学方法区分钙与氢化钙,写出实验简要步骤及观察到的现象_____。

(5) 登山运动员常用氢化钙作为能源提供剂,与氢气相比,其优点是_____。

答案: (1) $i \rightarrow e$ $f \rightarrow d$ $e \rightarrow j$ $k \rightarrow a$ (2) BADC

(3) ① $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$

②金属钙与水反应也有类似现象

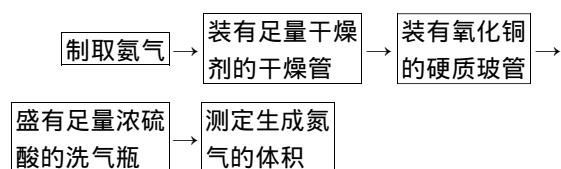
(4) 取适量氢化钙,在加热条件下与干燥氧气反应,将反应气相产物通过装有无水硫酸铜的干燥管,观察到白色变为蓝色;取钙做类似实验,观察不到白色变为蓝色;

(5) 氢化钙是固体,携带方便

解析 先要弄清各仪器装置的作用:两个带分液漏斗的大试管,是气体发生装置,一制 H_2 ,一制 O_2 ;盛 NaOH 的洗气瓶,是吸收 HCl 气体的;盛浓硫酸的洗气瓶是干燥气体的;盛无水氯化钙的干燥管是用来防止外界空气、水蒸气进入盛钙的硬质玻璃管中。

四、考查设计实验的能力

例8 甲、乙两个研究性学习小组为测定氨分子中氮、氢原子个数比,设计了如下实验流程:



试验中,先用制得的氨气排尽洗气瓶前所有装置中的空气,再连接洗气瓶和气体收集装置,立即加热氧化铜,反应完成后,黑色的氧化铜转化为红色的铜。

图3所示A、B、C为甲、乙两小组制取氨气时可能用到的装置,D为盛有浓硫酸的洗气瓶。

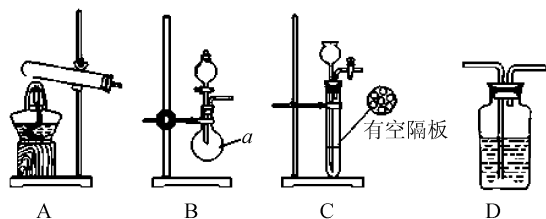


图3

甲小组测得:反应前氧化铜的质量为 $m_1\text{g}$ 、氧化铜反应后剩余固体的质量为 $m_2\text{g}$ 生成氮气在标准状况下的体积 $V_1\text{L}$ 。

乙小组测得:洗气前装置D的质量 $m_3\text{g}$ 、洗气后装置D的质量 $m_4\text{g}$ 、生成氮气在标准状况下的体积 $V_2\text{L}$ 。

请回答下列问题:

(1) 写出仪器a的名称:_____。

(2) 检查A装置气密性的操作是_____。

(3) 甲、乙两小组选择了不同方法制取氨气,请将实验装置的字母编号和制备原理填写在下表空格中。

实验装置	实验药品	制备原理
甲小组 A	氢氧化钙、硫酸铵	反应的化学方程式为①_____
乙小组 ②_____	浓氨水、氢氧化钠	用化学平衡原理分析氢氧化钠的作用:③_____

(4) 甲小组用所测数据计算出氨分子中氮、氢的原子个数之比为_____。

(5) 乙小组用所测数据计算出氨分子中氮、氢的原子个数比较小于理论值,其原因是_____。为此,乙小组在原有实验的基础上增加了一个装有药品的实验仪器,重新实验。根据实验前后该药品的质量变化及生成氮气的体积,得出合理的实验结果。该药品的名称是_____。

答案: (1) 圆底烧瓶

(2) 连接导管,将导管插入水中;加热试管,导管口有气泡产生;停止加热,导管内有水回流并形成一段稳定的水柱。

(3) ① $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$

②B

③氢氧化钠溶于氨水后放热,增加氢氧根浓度,使 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 向逆反应方向移动,加快氨气逸出

(4) $5V_1:7(m_1 - m_2)$

(5) 浓硫酸吸收了未反应的氨气,从而使计算的氨的含量偏高;碱石灰(氢氧化钠、氧化钙等)

解析 (1) 仪器a是圆底烧瓶。

(2) 连接导管,将导管的末端插入水中,轻轻加热试管,若导管口有气泡冒出,停止加热后,在导管中形成一段水柱,说明装置气密性良好。

(3) ①仿照 NH_4Cl 与碱石灰混合加热制取氨气,即可写出相应的化学方程式为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ 。

②浓氨水与固体 NaOH 混合即可制得氨气,且两种物质混合就无法控制反应随关随停,不需要选用C装置,选用B装置即可。

③固体 NaOH 溶于浓氨水后,放出大量的热,促使 NH_3 的挥发,溶液中 OH^- 浓度的增加,这两个因素都使 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 向逆反应方向即生成 NH_3 的方向移动.

(4) 由反应前后氧化铜减少的质量即可求得氨气被氧化生成水的质量为 $9/8(m_1 - m_2)$ g, 其中氢原子的物质的量为 $1/8(m_1 - m_2)$ mol; 氮原子的物质的量为 $\frac{V_1}{22.4} \times 2$ mol, 则氨分子中氮、氢原子个数比为 $\frac{V_1}{22.4} \times 2$ mol: $1/8(m_1 - m_2)$ mol = $5V_1: 7(m_1 - m_2)$.

(5) 未参加反应的氨气与水蒸气一起被浓硫酸吸收了,导致计算中水的质量增大,求得氢原子的物质的量增大,最终求得氨分子中氮、氢原子个数比明显比理论值偏小. 可以选用只吸收水而不吸收氨气的药品(如碱石灰等)及相应的装置.

五、考查探究实验能力

例9 某同学通过系列实验探究 Mg 及其化合物的性质,操作正确且能达到目的的是().

A. 将水加入浓硫酸中得到稀硫酸,置镁条于其中探究 Mg 的活泼性

B. 将 NaOH 溶液缓慢滴入 MgSO_4 溶液中,观察 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀的生成

C. 将 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 浊液直接倒入已装好滤纸的漏斗中过滤,洗涤并收集沉淀

D. 将 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀转入蒸发皿中,加足量稀盐酸,加热蒸干得无水 MgCl_2 固体

答案: B

解析 A 错,稀释方法不对. C 错,不能直接倒入,应采用玻璃棒引流. D 错,加热蒸干得到的是 MgO 固体.

例10 实验室常用 MnO_2 与浓盐酸反应制备 Cl_2 (发生装置如图4所示).

(1) 制备实验开始时,先检查装置气密性,接下来的操作依次是____(填序号)

- A. 往烧瓶中加入 MnO_2 粉末
- B. 加热
- C. 往烧瓶中加入浓盐酸

(2) 制备反应会因盐酸浓度下降而停止. 为测定反应残余液中盐酸的浓度,探究小组同学提出下列实验方案:

甲方案: 与足量 AgNO_3 溶液反应,称量生成的 AgCl 质量.

乙方案: 采用酸碱中和滴定法测定.

丙方案: 与已知量 CaCO_3 (过量) 反应,称量剩余的 CaCO_3 质量.

丁方案: 与足量 Zn 反应,测量生成的 H_2 体积. 继而进行下列判断和实验:

①判定甲方案不可行,理由是_____.

②进行乙方案实验: 准确量取残余清液稀释一定倍数后作为试样.

a. 量取试样 20.00 mL,用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 标准溶液滴定,消耗 22.00 mL,该次滴定测得试样中盐酸浓度为 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

b. 平行滴定后获得实验结果.

③判断丙方案的实验结果 _____ (填“偏大”、“偏小”或“准确”).

[已知: $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 2.8 \times 10^{-9}$ 、 $K_{sp}(\text{MnCO}_3) = 2.3 \times 10^{-11}$]

④进行丁方案实验: 装置如图5所示(夹持器具已略去).

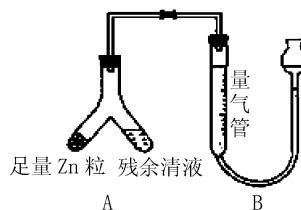


图5

(i) 使 Y 形管中的残余清液与锌粒反应的正确操作是将 _____ 转移到 _____ 中.

(ii) 反应完毕,每间隔 1 分钟读取气体体积,气体体积逐次减小,直至不变. 气体体积逐次减小的原因是____(排除仪器和实验操作的影响因素).

答案: (1) ACB

(2) ①生成物氯化锰也可以与硝酸银反应写成沉淀.

②0.1100 mol/L ③偏小

④(i) Zn 粒 残余清液 (ii) 气体尚未完全冷却到室温.

解析 (1) 应先加固体后加液体,最后加热,即依次顺序为 ACB. (2) ①生成物氯化锰也可以与硝酸银生成沉淀. ②根据有关公式可求出盐酸的浓度为 0.11 mol/L . ③依题意碳酸锰的 K_{sp} 比碳酸钙小,其中有部分碳酸钙与锰离子反应生成碳酸锰沉淀,使得剩余的碳酸钙质量变小. ④使锌粒进入残留清液中,让其发生反应,若顺序颠倒会使残留清液不能完全转移,盐酸就无法完全反应.

(收稿日期: 2015-01-10)

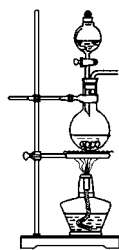


图4